

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання розрахунково-графічної роботи

з курсу

**«ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ ТА  
ВЕНТИЛЯЦІЯ»**

(для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання  
напряму підготовки 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)»)

**ХАРКІВ ХНАМГ 2008**

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з курсу «Теплогазопостачання та вентиляція» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)») / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Н. Ю. Колеснік. – Х.: ХНАМГ, 2008. – 46 с.

Укладач: Н. Ю. Колеснік

Рецензент: доц., к.т.н. О. В. Ромашко

Рекомендовано кафедрою «Водопостачання, водовідведення й очищення вод»,  
протокол № 1 від 02.09.2008 р.

## ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Метою розрахунково-графічної роботи з курсу “Теплогазопостачання та вентиляція” є закріплення знань, отриманих при вивченні цього курсу.

Виконуючи розрахунково-графічну роботу, студент одержує навички проектування систем опалення і вентиляції, знайомиться та працює з довідковою і новою літературою.

Розрахунково-графічну роботу виконують на підставі індивідуального завдання, що включає характеристику будинку, плани поверхів знов споруджуваного чи реконструйованого будинку, тип водяної системи опалення, тип опалювальних приладів.

Робота містить розрахункову й графічну частини. У розрахунковій частині наводять короткий опис будинку, виконують наступні розділи: теплотехнічний розрахунок, розрахунок тепловтрат крізь конструкції, що обгороджують, конструювання водяної системи опалення, підбір опалювальних приладів, гідравлічний розрахунок системи опалення, конструювання системи вентиляції, розрахунок системи вентиляції.

У графічній частині викреслюють плани системи опалення будь-якого чи типового поверху, технічного підпілля, системи вентиляції технічного чи останнього поверху в масштабі 1:100, аксонометричні схеми систем опалення і вентиляції в масштабі 1:100. На планах і схемах вказують теплове навантаження опалювальних приладів, стояки, трубопроводи, арматуру, повітрозбірники, ухили, діаметри труб, швидкості руху й витрати повітря. На кресленні наводять умовні позначення і специфікацію матеріалів систем опалення і вентиляції.

## **ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ**

Вихідні дані для проектування:

План типового поверху будинку (рис.2.1);

Поверховість будинку – 7 поверхів;

Район будівництва – м. Херсон;

Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря (параметри Б)

$t_n = -19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Температура холодного періоду  $t_{х.п.} = -8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Зона вологості – С;

Вологостний режим приміщення – Н;

Умови експлуатації – група А;

Орієнтація будинку – південний схід;

Висота поверху – 3 м;

Матеріал зовнішніх стін – пензобетон  $\gamma_o = 1600\text{ кг/м}^3$ , що має коефіцієнти теплопровідності  $\lambda = 0,62\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ ; теплоусвоєння  $S = 8,698\text{ Вт/м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Утеплювач перекриття – гравій керамзитовий  $\gamma_o = 600\text{ кг/м}^3$ , що має коефіцієнти теплопровідності  $\lambda = 0,17\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ ;

Внутрішня штукатурка – вапняно-піщаний розчин товщиною  $\delta = 0,02\text{ м}$ , що має коефіцієнти:  $\lambda = 0,7\text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$ ;  $S = 8,54\text{ Вт/м}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Система опалення – водяна, однотрубна, тупикова, з нижнім розведенням магістралей, з П-образними стояками;

Параметри теплоносія –  $95\text{--}70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Тип опалювальних приладів – конвектори “Комфорт - 20”

### **1.ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОБГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Мета теплотехнічного розрахунку – визначення опору теплопередачі конструкцій, що обгороджують,  $R_o$ . Розрахунок виконують відповідно до [2, п.2]. Знайдена величина  $R_o$  повинна бути не менше необхідного опору теплопередачі  $R_o^{тр}$ .

У розрахунково-графічній роботі потрібно розрахувати опір теплопередачі зовнішньої стіни, горищного чи згоріщного покриття, визначити опір теплопередачі перекриття над неопалюваним підвалом, заповнення світлових прорізів і дверей.

Розрахунок рекомендується виконувати у такій послідовності.

Для заданого пункту проектування виписати з [1] наступні дані: розрахункову зимову температуру зовнішнього повітря -  $t_n$ , зону вологості.

Потім з урахуванням вологісного режиму приміщень за табл. 1.2. [4] знаходять умови експлуатації А чи Б конструкцій, що обгороджують.

## 1.1. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТІНИ

Обчислюємо необхідний опір теплопередачі двошарової стіни,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$ , що складається з пензобетону і штукатурки з вапняно-піщаного розчину, конструкція якої наведена на рис.1 за формулою

$$R_0^{\text{TP}} = \frac{n (t_{\text{в}} - t_{\text{н}})}{\Delta t_{\text{н}} \alpha_{\text{в}}} R_{\text{эф}}, \quad (1.1)$$

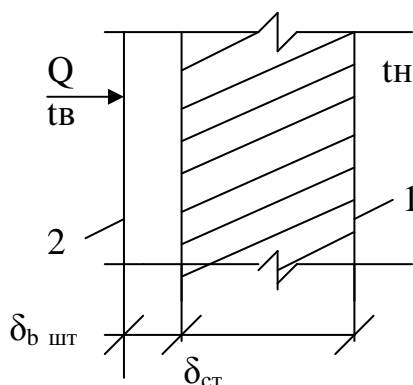


Рис.1.1- Розрахункова конструкція стіни: 1 -стіна; 2 –штукатурний шар.

де  $n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні конструкцій, що обгороджують, стосовно зовнішнього повітря, приймають за табл.3\* [2];

$t_{\text{в}}$  – розрахункова температура внутрішнього повітря, прийнята рівною  $18^\circ\text{С}$  при  $t_{\text{н}} \geq -30^\circ\text{С}$  і  $20^\circ\text{С}$  при  $t_{\text{н}} \leq -31^\circ\text{С}$ , в роботі прийнято  $t_{\text{в}} = 18^\circ\text{С}$ ;

$\Delta t_{\text{н}}$  – нормативний температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огороження, приймають за табл.2\* [2], в роботі прийнято  $\Delta t_{\text{н}} = 6^\circ\text{С}$ ;

$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, що обгороджує, приймається за табл.2 [2];

$R_{\text{эф}} = 1,1$  – підвищувальний коефіцієнт, прийнятий за табл.9а\*[2];

$t_{\text{н(р)}}$  – розрахункова зимова температура зовнішнього повітря (параметри Б),  $t_{\text{н}} = -19^\circ\text{С}$ .

Необхідний опір теплопередачі обчислюють за формулою (1.1)

$$R_0^{\text{TP}} = \frac{1(18 - (-19))}{6 \cdot 8,7} 1,1 = 0,78 [\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}] .$$

Приймаємо середню інерцію стін  $4 \leq D < 7$ .

Опір теплопередачі зовнішньої стіни,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$  визначаємо за формулою

$$R_o = (1/\alpha_b) + (\delta_{шт} / \lambda_{шт}) + (\delta_{ст} / \lambda_{ст}) + (1/\alpha_n), \quad (1.2)$$

де

$\alpha_n$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, що обгороджує, прийнятий за табл.6 [2],  $\alpha_n = 23$  (Вт/м<sup>2</sup>·°C);

$\delta_{шт}$ ,  $\delta_{ст}$  – товщина, м, відповідно штукатурного шару і стіни, в роботі прийнято  $\delta_{шт} = 20\text{мм} = 0,02\text{м}$ ;

$\lambda_{шт}$ ,  $\lambda_{ст}$  – коефіцієнти теплопровідності, Вт/м °C, відповідно штукатурного шару і стіни, взяті за [2, с.18].

Приймаючи  $R_o = R_o^{тр}$ , одержимо

$$R_o = R_o^{тр} = 1/\alpha_b + \delta_{шт} / \lambda_{шт} + \delta_{ст} / \lambda_{ст} + 1/\alpha_n, \quad (1.3)$$

звідки визначаємо товщину окремого шару, м :

$$\delta_{ст} = (R_o^{тр} - 1/\alpha_b - \delta_{шт} / \lambda_{шт} - 1/\alpha_n) \lambda_{ст}, \quad (1.4)$$

$$\delta_{ст} = (0,78 - 1/8,7 - 0,02/0,7 - 1/23) \cdot 0,62 = 0,368 \text{ м}$$

Для подальшого розрахунку приймаємо найближчий більший стандартний розмір огороження: для цегельної стіни – з урахуванням конструктивних розмірів кладки, для панельних стін – за будівельним каталогом, мінімальна товщина панелі – 250 мм.

З конструктивних розумінь приймаємо товщину стіни

$$\delta_{ст} = 400 \text{ мм.}$$

Опір теплопередачі конструкції, що розраховується, з урахуванням стандартної товщини стіни обчислюємо за формулою (1.3) :

$$R_o = 1/\alpha_b + \delta_{шт} / \lambda_{шт} + \delta_{ст} / \lambda_{ст} + 1/\alpha_n = 1/8,7 + 0,02/0,7 + 0,4/0,62 + 1/23 = 0,83 [\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}].$$

Отримане значення  $R_o$  порівнюємо з величиною  $R_o^{тр}$

$$R_o = 0,83 [\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}] > R_o^{тр} = 0,78 [\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}],$$

що відповідає необхідним умовам.

Визначаємо теплову інерцію конструкції за формулою

$$D = (\delta_{шт} / \lambda_{шт}) \cdot S_{шт} + (\delta_{ст} / \lambda_{ст}) \cdot S_{ст}, \quad (1.5)$$

де

$S_{шт}$ ,  $S_{ст}$  – коефіцієнти теплоусвоєння, Вт/ м<sup>2</sup> °C, взяті за [2, стор.18], для даного прикладу  $S_{ст} = 8,698$  Вт/ м<sup>2</sup> °C;  $S_{шт} = 8,54$  Вт/ м<sup>2</sup> °C.

За формулою (1.5) визначаємо значення  $D$

$$D = (0,02/0,7) \cdot 8,69 + (0,4/0,62) \cdot 8,54 = 5,76$$

Порівнюємо отримане значення  $D$  з раніше прийнятим:

$$4 > 5,76 < 7,$$

що відповідає необхідним умовам.

## 1.2. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПЕРЕКРИТТЯ

Розрахунок зводиться до визначення  $\delta_{\text{ут}}$ . Для цього необхідно розрахувати опір теплопередачі сполученої покрівлі й багатопустотної залізобетонної панелі середньої масивності в м. Херсоні.

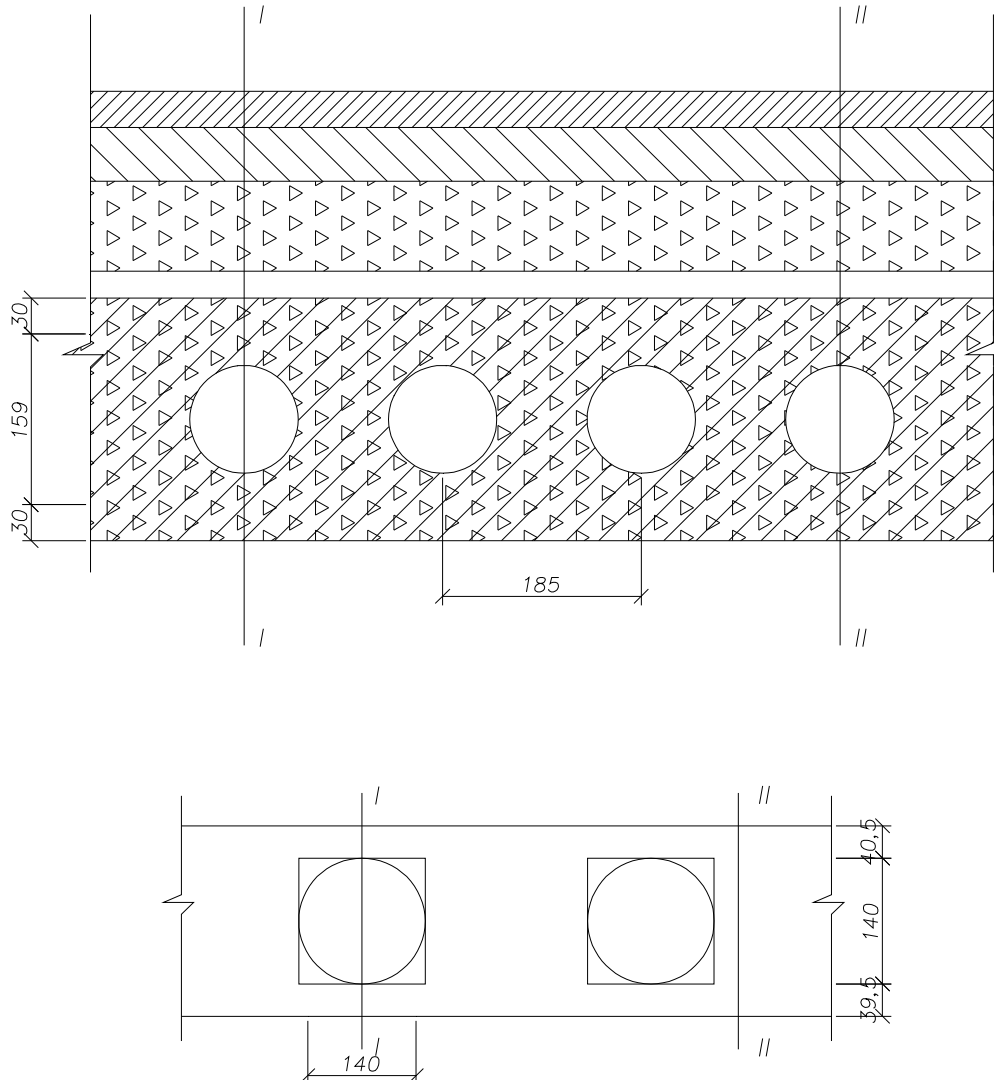


Рис. 1.2 - Розрахункова схема до розрахунку опору теплопередачі перекриття

Розрахункові параметри:

$$t_{\text{в}} = 18^{\circ}\text{C},$$

$$t_{\text{н}} = -19^{\circ}\text{C}$$

Зона вологості – С

Необхідний опір теплопередачі  $R_{\text{о}}^{\text{тп}}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{ккал}$  визначаємо за табл. 1.8 [3]

$R_{\text{о}}^{\text{тп}} = 1,095 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^{\circ}\text{C} / \text{ккал}$  - для сполученої покрівлі при різниці розрахункових температур

$$t_{(\text{р})} = t_{\text{в}} - t_{\text{н}} = 18 - (-19) = 37,5^{\circ}\text{C}$$

$$\text{при } \Delta t^{\text{н}} = 4^{\circ}\text{C}, n = 0.9.$$

Знаходимо термічний опір багатопустотної залізобетонної панелі, потім оптимальну товщину утеплювача (гравію керамзитового), але без урахування обліку водоізоляційного килиму, шару, що вирівнює і пароізоляції.

Для спрощення круглі щілини – порожнечі, тобто панелі діаметром 159 мм заміняємо рівновеликими за площею квадратами із стороною 140 мм.

Термічний опір панелі в напрямку, паралельному руху теплового потоку, обчислюємо для двох характерних перерізів:

для перерезу I-I (два шари з/б товщиною  $\delta_1 = 0,0405$  м і  $\delta_2 = 0,0395$  м з  $\lambda_{1,2} = 1,92$  (ккал/м<sup>2</sup>·ч·°C) і повітряний прошарок товщиною  $\delta = 0,140$  м, термічний опір визначається за формулою

$$R_I = \sigma_1 / \lambda_1 + \delta_1 / \lambda_2 + R_{вп}, \quad (1.6)$$

де  $R_{вп}$  – термічний опір замкнутого горизонтального повітряного прошарку при потоці тепла знизу вгору, визначаємо за табл. 1.6 [4]  $R_{вп} = 0,21$  [(м<sup>2</sup>· ч · °C)/ккал]

$$R_I = 0,0405 / 1,92 + 0,0395 / 1,92 + 0,21 = 0,2517 \text{ [(м}^2\text{· год · °C)/ккал]}$$

Для перерезу II-II (товщина глухої частини панелі  $\delta = 0,22$  м) термічний опір теплопередачі знаходимо за формулою  $R_{II} = \delta / \lambda$  (1.6)

$$R_{II} = 0,22 / 1,92 = 0,1146 \text{ [(м}^2\text{· год · °C)/ккал]}$$

Термічний опір огороження  $R_{II}$ , м<sup>2</sup>· ч · °C/ккал, визначаємо за формулою

$$R_{II} = \frac{(F_1 + F_{II} + \dots + F_n)}{F/R_1 + F_{II}/R_{II} + \dots + F_n/R_n}, \quad (1.7)$$

де  $R_1, R_{II}, R_n$  – термічний опір окремих ділянок, (м<sup>2</sup>· ч · °C)/ккал;

$F_1, F_{II}, F_n$  – площа окремих ділянок, м<sup>2</sup>.

На підставі формули (1.7)

$$R_{II} = (0,14 + 0,0405 + 0,0395) / (0,14/0,25 + 0,0405/0,1146 + 0,0395/0,1146) = 0,206 \text{ (м}^2\text{· ч · °C/ккал)}$$

Термічний опір панелі в напрямку перпендикулярному до руху теплового потоку, обчислюємо для трьох характерних перерізів.

Для I і III шарів товщиною 0,045 м термічний опір теплопередачі знаходимо за формулою (1.6)

$$R_{1,3} = 0,045 / 1,92 = 0,023 \text{ [м}^2\text{· ч · °C/ккал]}$$

Для визначення термічного опору другого шару панелі попередньо знаходимо середній коефіцієнт теплопровідності, ккал/м· год °C, за формулою

$$\lambda_{cp} = (\lambda_1 \cdot F_1 + \lambda_2 \cdot F_2 + \dots + \lambda_n F_n) / (F_1 + F_2 + \dots + F_n), \quad (1.8)$$

де  $\lambda_i, i = 1 \dots n$  – коефіцієнти теплопровідності матеріалів, що входять у розглянутий шар, ккал/м<sup>2</sup>·год·°C

$F$  – площа ділянок матеріалів, що входять у розглянутий шар, м<sup>2</sup>.



Конструкція одного шару складається з повітряного прошарку товщиною  $\delta_1 = 0,14$  м і залізобетону товщиною  $\delta_2 = 0,045$  м. Для повітряного прошарку потрібно знайти коефіцієнт, еквівалентний теплопровідності

$$\lambda_3 = \lambda_1 = \delta_1 / R_{в.п.} = 0,14 / 0,21 = 0,667 [\text{ккал/м} \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}]$$

Середній коефіцієнт теплопровідності панелі визначаємо за формулою (1.8)

$$\lambda_{ср} = (0,667 \cdot 0,14 + 1,92 \cdot 0,045) / (0,14 + 0,045) = 0,967 [\text{ккал/м} \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}]$$

Середній термічний опір для другого шару:

$$R_2 = 0,14 / 0,967 = 0,1448 [(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}) / \text{ккал}]$$

Сумарний термічний опір усіх трьох шарів панелі:

$$R_{\perp} = R_{1,3} \cdot 2 + 0,1448 = 0,023 \cdot 2 + 0,1448 = 0,1908 [(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}) / \text{ккал}]$$

Різниця між  $R_{\Pi}$  і  $R_{\perp}$  складає:

$$(0,206 - 0,1908) / 0,206 \cdot 100\% = 7,39\% < 25\%.$$

що допускається нормами.

Повний термічний опір багатопустотної залізобетонної плити визначаємо за формулою

$$R = \frac{R_{\Pi} + 2 R_{\perp}}{3} \quad (1.9)$$

Звідси повний термічний опір багатопустотної залізобетонної плити

$$R_{зб..п} = (0,206 + 2 \cdot 0,1908) / 3 = 0,1959 [(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}) / \text{ккал}]$$

Загальний опір теплопередачі конструкції без теплоізоляції

$$R_o = 1/\alpha_{в.} + R_{зб..п} + 1/\alpha_{н.} = 1/8,7 + 0,1959 + 1/23 = 0,3538 [(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}) / \text{ккал}]$$

Знаючи величину необхідного опору сполученої покрівлі й повний термічний опір панелі, можна знайти найменшу товщину шару теплоізоляції керамзитовим ґравієм при  $\lambda_{кг} = 0,17 [(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}) / \text{ккал}]$ ;  $\gamma = 600 \text{ кг/м}^3$

$$R_o = R_{в.} + R_{зб..п} + R_{к.г.} + R_{н.} = 0,354 + \delta_{п.б.} / \lambda_{п.б.}$$

$$\delta_{к.г.} = \lambda_{кг} (R_o^{тп} - 0,354) = 0,17 (1,095 - 0,354) = 0,126 \text{ м.}$$

Приймаємо товщину шару теплоізоляції товщиною 130 мм і знаходимо дійсний загальний опір теплопередачі перекриття:

$$R_o = 0,354 + 0,13 / 0,17 = 1,119 [(\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}) / \text{ккал}] = 0,96 [\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}]$$

### 1.3. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПІДЛОГИ Й СКЛІННЯ

Опір теплопередачі  $R_o$  перекриття над неопалюваним підвалом визначаємо у такий спосіб. Розраховуємо необхідний опір теплопередачі  $R_o^{TP}$ . Потім за додатком 1 цих методичних указівок знаходимо з урахуванням конструкції підлоги опір теплопередач з умови  $R_o \geq R_o^{TP}$

$$R_o = 1,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Підлогу приймаємо паркетною по залізобетонному перекриттю з утеплювачем з доменного шлаку з  $\delta_{yt} = 130 \text{ мм}$

Необхідний опір теплопередачі  $R_o^{TP}$  заповнень світлових прорізів приймаємо за табл.9\*[2]. Потім за дод.6\*[2] вибираємо конструкцію світлового прорізу, виписуємо приведений опір, дотримуючись умови  $R_o \geq R_o^{TP}$ . Площа заскління  $1,5 \times 1,2 \text{ м}$ , заскління подвійне спарене, необхідний опір теплопередачі (дод. 2)

$$R_o = 0,39 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

### 2. ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ТЕПЛОТИ БУДИНКОМ

Для з'ясування потужності системи опалення і подальших розрахунків усіх елементів системи виконуємо розрахунок втрат теплоти у всіх приміщеннях будинку, плани типового поверху й підвалу яких наведені на рис.2.1, рис.2.2. Розрахункові втрати теплоти, Вт визначаємо за формулою

$$Q = (Q_a + Q_{\epsilon}),$$

де

$Q_a$  - втрати теплоти крізь конструкцію будинків, що обгороджує, визначаємо шляхом підсумовування теплоти крізь окремі огороження конструкції  $Q$ , Вт, розраховані з округленням до 5 - 10 Вт за формулою

$$Q = \frac{A}{R_o} (t_{\epsilon} - t_n) (1 + \sum \beta) n, \quad (2.1)$$

де

$A$  – розрахункова площа конструкції, що обгороджує,  $\text{м}^2$ ;

$R_o$  – опір теплопередачі конструкції, що обгороджує,  $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$ ;

$t_{\epsilon}$  - розрахункова температура повітря всередині приміщення,  $^\circ\text{C}$ . прийнята для: житлових кімнат  $-18^\circ\text{C}$ , кутових кімнат  $-20^\circ\text{C}$ , кухонь з газовою плитою  $-15^\circ\text{C}$ , ванн  $-25^\circ\text{C}$ , для туалетів  $-16^\circ\text{C}$ , для сходових кліток  $-16^\circ\text{C}$ ;

$t_n$  - розрахункова температура зовнішнього повітря, прийнята за дод. 8 [1];

$n$  – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні конструкцій, що обгороджують, стосовно зовнішнього повітря, приймаємо за табл.3\* [2];

$\beta$  – додаткові втрати теплоти в частках від основних втрат, прийняті:

для приміщень у будинках будь-якого призначення для зовнішніх стін, дверей, вікон, звернених на північ, північний схід, північний захід – 0,1; на південний схід і захід, південний захід – 0,05;

для підлог першого поверху, що не обігріваються, над холодними підпіллями в місцевостях з розрахунковою температурою зовнішнього повітря –  $40^{\circ}\text{C}$  і нижче – 0,05;

для зовнішніх дверей, не обладнаних повітряними чи повітряно-тепловими завісами, при висоті будинку  $H$ , м; для подвійних дверей з тамбуром між ними –  $0,27 H$ ; для подвійних дверей без тамбура –  $0,34 H$ ; для одинарних –  $0,22 H$ .

### ПЛАН 2-го ПОВЕРХУ

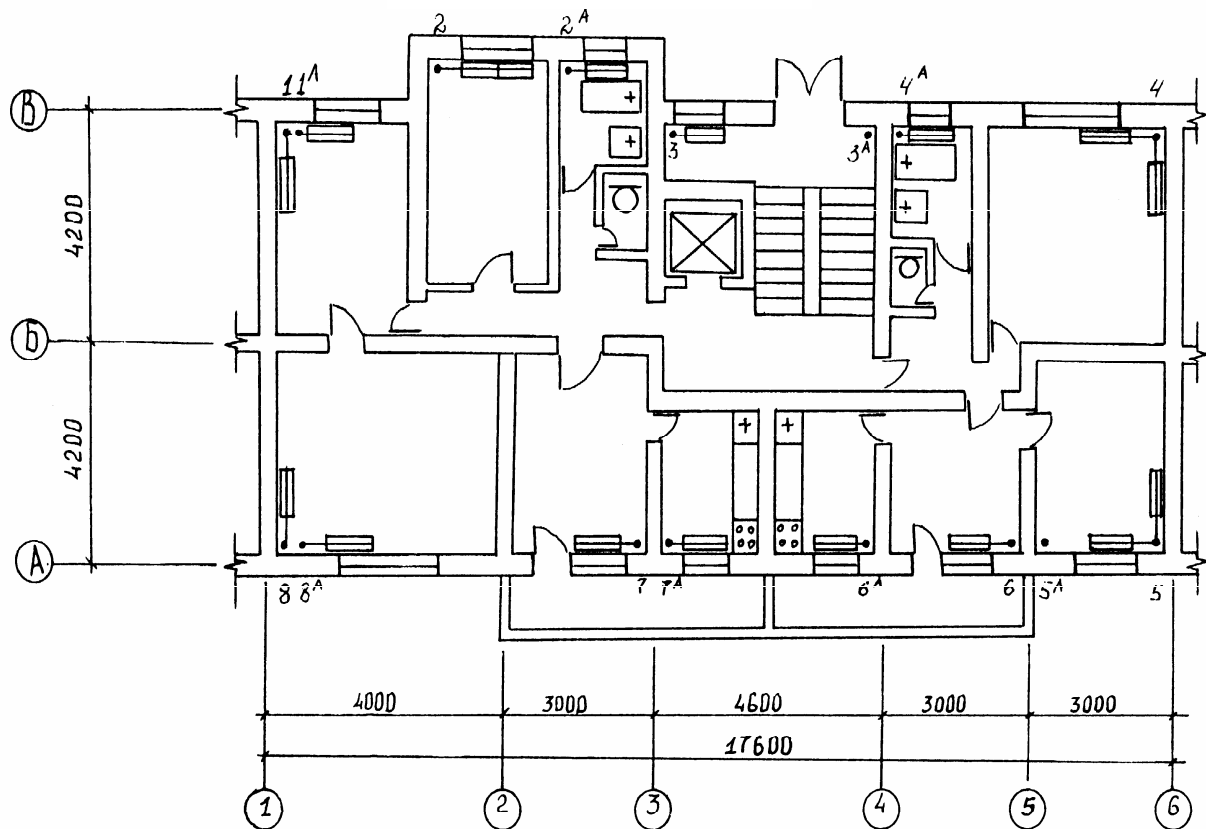


Рис 2.2. – План 2-го поверху

## ПЛАН ПІДВАЛУ

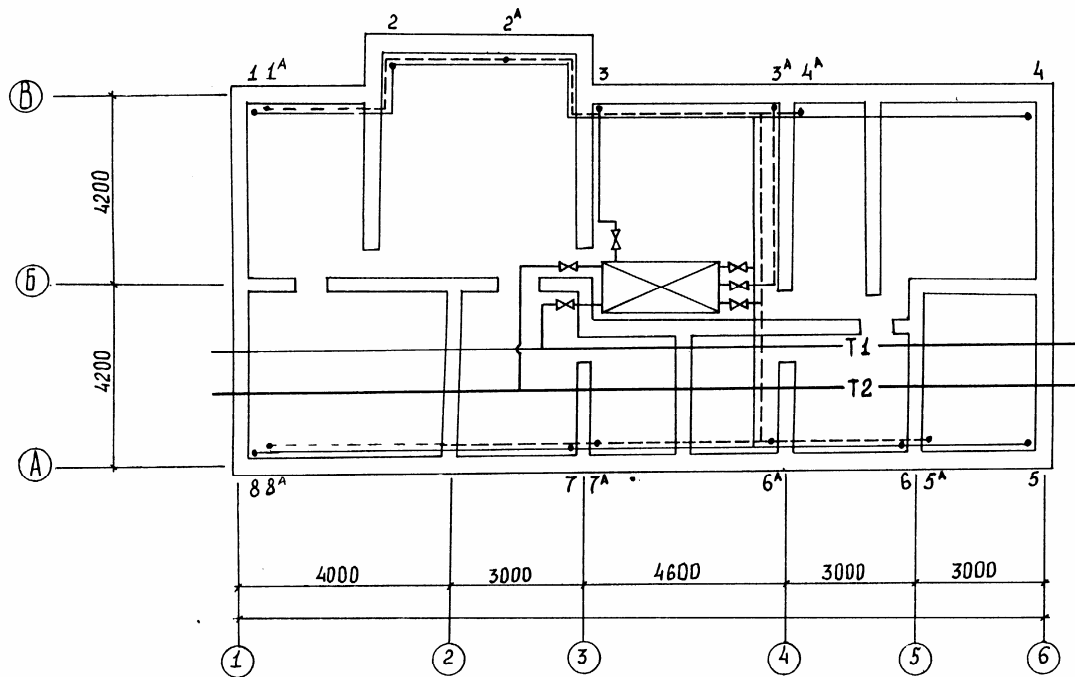


Рис 2.2. – План підвалу

Витрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря у приміщеннях, що опалюються,  $Q_v$ , які мають одну чи більшу кількість вікон чи балконних дверей у зовнішніх стінах, враховуючи необхідність нагрівання опалювальними приладами зовнішнього повітря в об'ємі однократного повітряобміну за годину, визначають за формулою

$$Q_v = 0,337 A_{\text{п}} h (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) , \quad (2.2)$$

де

$A_{\text{п}}$  – площа підлоги приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$h$  – висота приміщення від підлоги до стелі, але не більше 3,5 м;

$t_{\text{в}}$  и  $t_{\text{н}}$  - розрахункові температури повітря у приміщеннях і зовнішнього повітря у холодний період року:  $t_{\text{в}} = 18^\circ\text{C}$  , для кутового  $-20^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{н}} = -19^\circ\text{C}$ .

Порядок розрахунку втрат теплоти такий:

усі приміщення за годинниковою стрілкою пронумерують тризначними цифрами (на першому поверсі – 101, на другому – 201 і т.д.)

сходову клітку позначають ЛК. Знаходять площу і розміри конструкцій, що обгороджують, орієнтацію їх, різницю температур  $t_{\text{в}} - t_{\text{н}}$ , поправочний коефіцієнт, додаткові втрати.

У розрахунковій таблиці назви огорожень позначають так:

зовнішня стіна	- нс.
подвійне скління	- до.
горищне покриття	- пт.
подвійні двері	- дд.
балконні двері	- бд.

Площа й лінійні розміри конструкцій, що обгороджують, визначають у такий спосіб:

площу світлових прорізів і дверей – за найменшими розмірами будівельних прорізів у світлі;

площу стель і підлог – за розмірами між осями внутрішніх стін і від внутрішньої поверхні зовнішніх стін до осей внутрішніх стін;

висоту стін першого поверху – за розмірами від рівня нижньої поверхні конструкції підлоги першого поверху при наявності не опалювального підвалу;

висоту стін проміжного поверху – за розмірами між рівнями чистих підлог даного і вищележачого поверху;

висоту стін верхнього поверху – за розмірами від рівня чистої підлоги до верху утеплювача горищного перекриття;

довжину зовнішніх стін не кутових приміщень – за розмірами між осями внутрішніх стін;

кутові приміщення – від зовнішніх поверхонь зовнішніх стін до осей внутрішніх стін.

Тепловтрати нежилых приміщень слід відносити до тепловтрат суміжних кімнат пропорційно площі підлоги.

Визначаючи втрати теплоти крізь стіни, площу вікон не віднімають від площі стін, а записують різницю:  $1/R_{\text{о вікна}} - 1/R_{\text{о стіни}}$ .

Аналогічно визначають для балконних дверей і входних дверей на ЛК ( $R_{\text{о б.д.}} = 0,42 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ;  $R_{\text{о вх.д.}} = 0,41 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ). Розраховують втрати теплоти для кожного приміщення будинку. Втрати теплоти крізь внутрішні конструкції приміщень, що обгороджують, можна не враховувати. Результати обчислень заносять в табл. 2.1; 2.2; 2.3. Тепловтрати визначені для прикладу тільки для деяких приміщень 1, 2 і 7 поверхів. У роботі варто визначати тепловтрати для кожного приміщення першого, проміжного і верхнього поверхів.

У графі 17 для житлових будинків треба врахувати тепловий потік, що надходить у кімнати і кухні в розмірі  $10 \text{ Вт}$  на  $1 \text{ м}^2$  площі підлоги.

Таблиця 2.1 – Тепловтрати 1 поверху

Номер приміщення	Назва приміщення	Внутрішня температура	Конструкції, що обгороджують				$t_{в} - t_{х.п.}$	Поправочний коефіцієнт	$1/R_o, \text{Вт/м}^2\text{С}$	Додаткові втрати		Основні втрати теплоти $Q_a, \text{Вт}$	Сума $Q_a, \text{Вт}$	Витрати теплоти на нагр., $Q_b$	$\Sigma Q_a + Q_b$	$Q_6 = F_n * 10$	$\Sigma Q_{прим.} = (Q + Q_i) - Q_6$
			позначення	Орієнтація	Розміри, м	Площа, м <sup>2</sup>				$\Sigma \beta$	$1 + \Sigma \beta$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
101	Ж.к.	20	Н.с.	С-3	3,2 x 3,2	10,24	39	1	1,2	0,1	1,1	530	1525	465	1990	120	1870
			Н.с.	Ю-3	3,2 x 4,7	15,94	39	1	1,2	0,05	1,05	740					
			Д.о.	С-3	1,5 x 1,2	1,8	39	1	1,36	0,1	1,1	105					
			Пл.	-	2,8 x 4,2	11,76	39	0,4	0,83	-	-	150					
102	Ж.к	18	Н.с.	С-3	3,2 x 2,65	8,48	37	1	1,2	0,1	1,1	410	645	445	1090	110	980
			Д.о.	С-3	1,5 x 1,2	1,8	37	1	1,36	0,1	1,1	100					
			Пл.	-	2,65 x 4,2	11,13	37	0,4	0,83	-	-	135					
105	Л.К.	16	Н.с.	С-3	3,2 x 4,7x7	105,28	35	1	1,2	0,1	1,1	4865	6460	1020	7480	260	7220
			Пл.	-	4,7 x 5,5	25,85	35	0,4	0,83	-	-	300					
			Д.о.	С-3	1,2 x 1x6	7,2	35	1	1,36	0,1	1,1	640					
			д.д.	С-3	1,2 x 2	2,4	35	1	1,24	0,27	1,27	130					
			Пт.	-	4,7 x 5,5	25,85	35	0,9	0,89	-	-	725					
106	Ван.	25	Пл.	-	2,0 x 2,5	5,0	44	0,4	0,83	-	-	75	510	240	750	50	680
			Д.о	С-3	1,2 x 0,8	0,96	44	1	1,36	0,1	1,1	65					
			Н.с.	С-3	3,2 x 2	6,4	44	1	1,2	0,1	1,1	370					

Таблиця 2.2 – Тепловтрати 2 поверху

Номер помещения	Назва приміщення	Внутрішня $t_{в}^{\circ}$	Площа, $F, m^2$	$t_{в} - t_{н}$	$\Sigma Q_a, Вт$	Витрата теплоти на нагр.. $Q'_{в}$	$\Sigma Q_a + Q'_{в}$	$Q_6 = F_n \cdot 10$	$\Sigma Q_{прим.} = (Q_a + Q'_{в}) - Q_6$
201	ж.к.	20	11,76	39	1375	465	1840	120	1720
202	ж.к.	18	11,34	37	510	445	955	110	845
206	ван	25	6,75	44	435	240	675	50	625

Таблиця 2.3 – Тепловтрати 7 поверху

Номер приміщення	Назва приміщення	Внутр. $t^{\circ}C$	Конструкції, що обгороджують				$t_{в} - t_{н}$	Попр. коеф.	$1/R_o, Вт/м^2 \cdot c$	Додаткові втрати		Основні втрати теплоти $Q, Вт$	$\Sigma Q_a, Вт$	Витрати теплоти на нагр. $Q_{в}$	$\Sigma Q_a + Q_{в}$	$Q_6 = F_n \cdot 10$	$\Sigma Q_{прим.} = (\Sigma Q + Q_i) - Q_6$
			Позначення	Орієнтація	Розміри, м	$F, m^2$				$\Sigma \beta$	$1 + \Sigma \beta$						
701	ж.к.	20	н.с.	С-3	3,2×3,2	10,24	39	1	1,2	0,1	1,1	530	1805	465	2270	120	2150
			н.с.	Ю-3	3,2×4,7	15,04	39	1	1,2	0,05	1,05	740					
			д.о.	С-3	1,5×1,2	1,8	39	1	1,36	0,1	1,1	105					
			пт.	-	2,8×4,2	11,76	39	0,9	1,04	-	-	430					
702	ж.к.	18	н.с.	С-3	3,2 х 2,65	8,48	37	1	1,2	0,1	1,1	410	895	445	1340	110	1230
			д.о.	С-3	1,5×1,2	1,8	37	1	1,36	0,1	1,1	100					
			пт.	-	2,65 х 4,2	11,13	37	0,9	1,04	-	-	385					
706	Ван.	25	пт.	-	2,5×2,0	5,0	44	0,9	1,04	-	-	205	655	240	895	50	845
			д.о.	С-3	1,2×1	1,2	44	1	1,36	0,1	1,1	80					
			н.с.	С-3	3,2х2	6,4	44	1	1,2	0,1	1,1	370					

### 3. КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ БУДИНКІВ

Конструювання системи опалення роблять відповідно до СНиП 2.04.05 – 91 У. Як джерело теплопостачання приймають районну котельню чи ТЕЦ. Індивідуальний тепловий пункт розміщують у технічному підпіллі, Параметри теплоносія в системі опалення будинку 95-70 °С. Опалювальну систему для кращого гідравлічного ув'язування втрат тиску в коротких і довгих кільцях її гілок рекомендується розбити по фасадах і на чотири гілки приблизно однакової довжини. У системі в цілому і на стояках потрібно передбачити установку запірно-регулюючої і спускної арматури, а також повітровидалення.

### 4. ПІДБІР ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Підбір полягає у визначенні кількості опалювальних приладів, необхідних для компенсації теплових втрат приміщеннями. У роботі слід розрахувати прилади, приєднані до стояків розрахункових циркуляційних кілець (далекого і ближнього), що наведені на рис.. 4.1 і 4.2.

Розрахунок ведуть у такій послідовності: викреслюють схему стояка з опалювальними приладами. На всіх приладах указують теплові потоки  $G$ , Вт, значення яких вибирають з табл. 2.1; 2.2 і 2.3 для кімнат, де розташовано стояки, що розраховуються.

Необхідні величини визначають у наступному порядку: підраховують тепловий потік стояка  $Q_{ст}$ , Вт, і витрату води, кг/год, що проходить крізь стояк за формулою

$$G_{cm} = 3,6 \frac{Q_{cm}}{c(t_z - t_0)} = 3,6 \frac{Q_{cm}}{4,2(t_z - t_0)} = 0,86 \frac{Q_{cm}}{\Delta t}, \quad (4.1)$$

де  $Q_{ст}$  - тепловий потік стояка, Вт;  $c$  – питома теплоємність води, приймаємо рівною 4,2 кДж/кг °С;  $\Delta t = t_r - t_0$ ,

де  $t_r$  - температура води, що надходить у стояк,  $t_r = 95^\circ\text{C}$ ;  $t_0$  - температура води, що виходить зі стояка,  $t_0 = 70^\circ\text{C}$ .

Визначають температуру води, що входить у прилад, °С, за формулою



$$t_{\text{вх}} = t_{\text{с}} - \frac{\Sigma Q_{\text{np}}}{G_{\text{см}}}, \quad (4.2)$$

де  $\Sigma Q_{\text{np}}$  - сумарне теплове навантаження опалювальних приладів, розташованих по ходу теплоносія до розрахункової точки стояка, Вт,  $t_{\text{г}}$ -температура, що надходить у прилад, °С.

Витрата води через прилад, кг, визначають за формулою

$$G_{\text{пр}} = \alpha \cdot G_{\text{ст}}, \quad (4.3)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт затікання, у проточних і проточно - регульованих системах, при однобічному приєднанні  $\alpha=1$ , при двостороннім приєднанні  $\alpha=0,5$ .

Температурний перепад води в приладі  $\Delta t_{\text{пр}}$ , °С, визначають за формулою

$$\Delta t_{\text{пр}} = 0,86 \frac{Q_{\text{np}}}{\alpha \cdot G_{\text{см}}} \quad \text{чи} \quad 0,86 \frac{Q_{\text{np}}}{G_{\text{пр}}} \quad (4.4)$$

Середню температуру води в нагрівальному приладі, °С, знаходять за формулою

$$t_{\text{ср.пр.}} = t_{\text{вх}} - \frac{\Delta t_{\text{пр}}}{2} \quad (4.5)$$

Температурний напір, °С визначають за формулою

$$\Delta t_{\text{г}} = t_{\text{ср.пр.}} - t_{\text{в}}, \quad (4.6)$$

де  $t_{\text{в}}$  -температура всередині приміщення, °С

Потім підбір опалювальних приладів виконують в залежності від типу приладів, заданих у завданні.

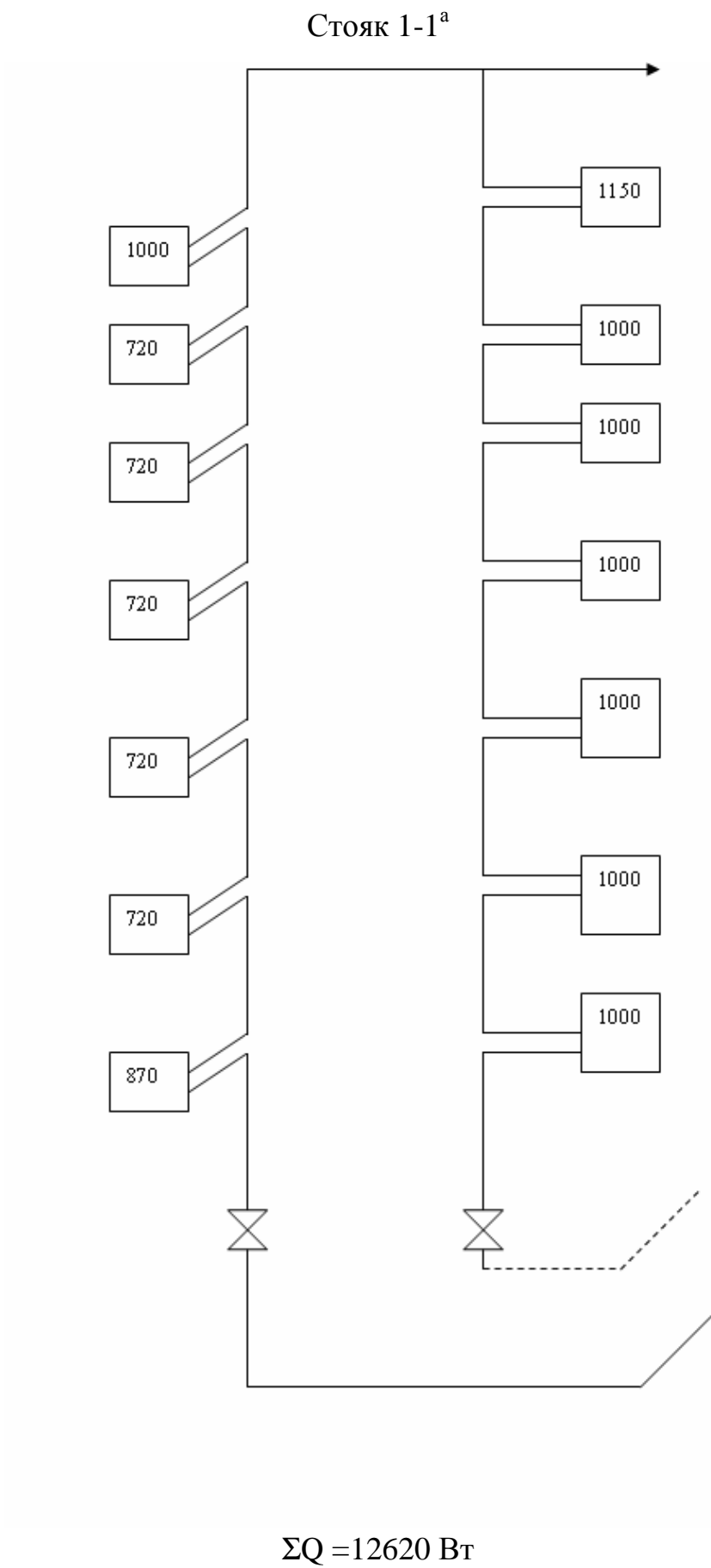


Рис.4.1- Розрахункова схема для підбору опалювальних приладів стояка 1-1<sup>а</sup>

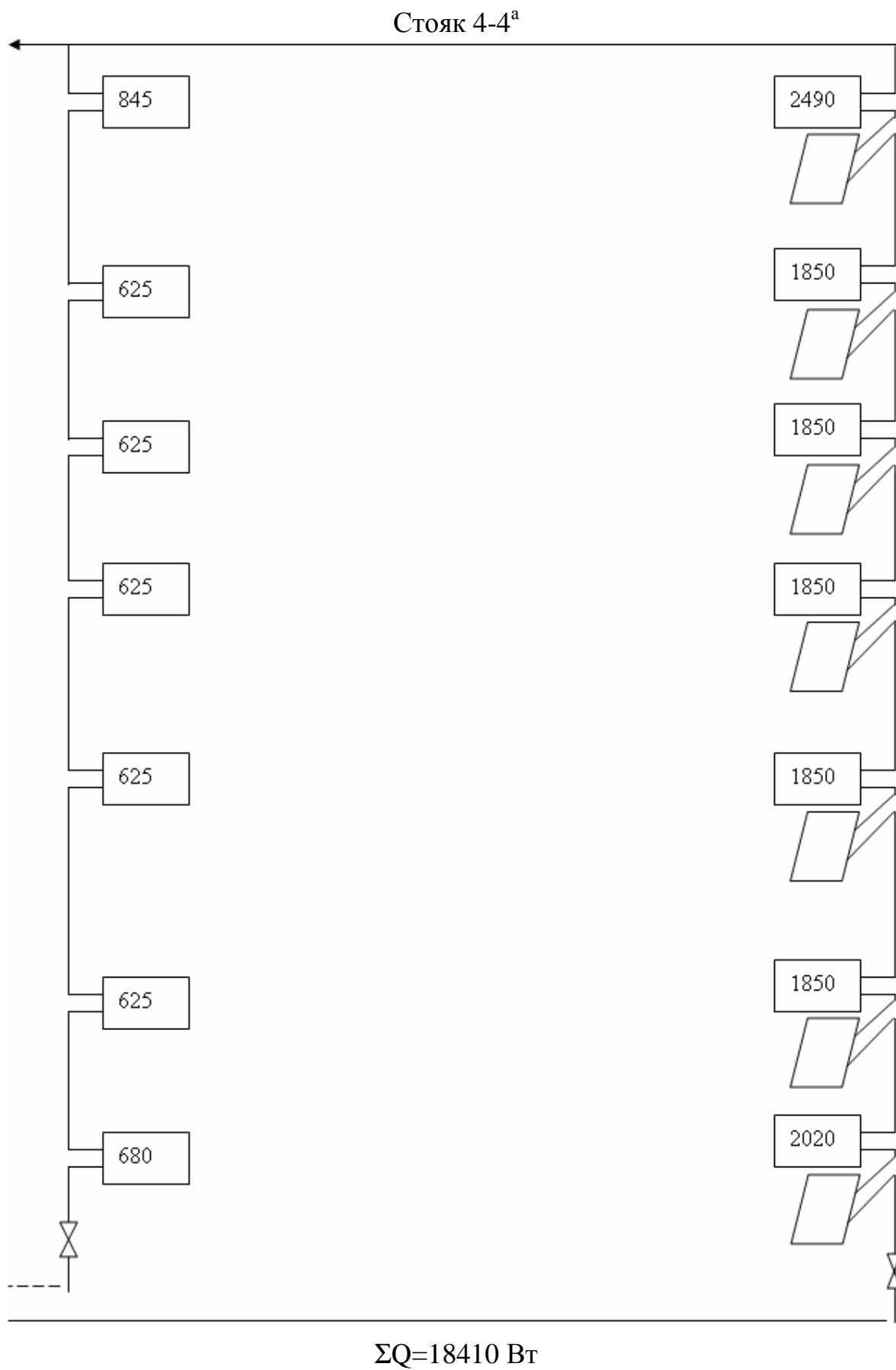


Рис.4.2 - Розрахункова схема для підбору опалювальних приладів стояка 4-4<sup>a</sup>

Підбір конвекторів здійснюють в такий спосіб.

Визначають необхідну поверхню приладу, екм, за формулою

$$F_{расч} = \frac{Q_{np}}{q_3} - F_{тр} , \quad (4.7)$$

де  $Q_{np}$  - тепловий потік приладу, Вт, дорівнює втратам теплоти приміщення;

$F_{тр}$  - тепловий потік відкрито розташованих труб, знаходять за формулою

$$F_{тр.} = F_{тр.}^{гор.} \cdot l_{гор.} + F_{тр.}^{верт.} \cdot l_{верт.} , \quad (4.8)$$

де  $l_{гор.}$  - довжина горизонтального трубопроводу, м ;  $l_{гор.} = 1_m$

$l_{верт.}$  - довжина вертикального трубопроводу, м;  $l_{верт.} = l_{ст} - 0,5$  м (до пробки приладу), в даному прикладі  $l_{верт.} = 2,5$  м (тому що висота поверху 3 м).

$F_{тр.}^{гор.}$ ,  $F_{тр.}^{верт.}$  - теплові потоки труб водяного опалення , екм. на 1 м труб, приймаємо за додатком 4;

$q_3$  - умовна щільність теплового потоку, Вт/екм, прийнята за [5, табл.3.5] залежно від  $\Delta t_{пр}$  і значення  $\theta, ^\circ\text{C}$  , яке знаходять за формулою

$$\theta = \Delta T_r + \Delta t_{пр} , \quad (4.9)$$

де  $\Delta T_r$  - виправлення, значення  $\Delta T_r$  прийняти за [5, табл.3.7].

Отримане значення теплового потоку переводимо в кВт за допомогою перевідного коефіцієнта 1 екм = 0,56кВт. Потім визначаємо тип конвекторів за додатком 5.

У даному прикладі за формулами (4.1) и (4.8) встановлені величини, значення яких не наведені в табл. 4.1 і дорівнюють

$$G_{cm1} = 0,86 \frac{12620}{25} = 434_{кг / год};$$

$$G_{cm2} = 0,86 \frac{18410}{25} = 633_{кг / год}.$$

Під час руху води “знизу - вверх”

$$F_{тр} = 0,143 \cdot 1 + 0,184 \cdot 2,5 = 0,603 \text{ екм}$$

Під час руху води “зверху - вниз”

$$F_{\text{тр}} = 0,123 \cdot 1 + 0,158 \cdot 2,5 = 0,518 \text{ екм},$$
$$F_{\text{тр(ван)}} = 0,123 \cdot 0,4 + 0,158 \cdot 2,5 = 0,444 \text{ екм}$$

Підбір радіаторів здійснюють в такий спосіб.

Визначають необхідний номінальний тепловий потік, Вт, за формулою

$$Q_{\text{н.т.}} = Q_{\text{нр}} / \varphi_{\kappa}, \quad (4.10)$$

де  $Q_{\text{нр}}$  - необхідна теплопередача приладу в приміщення, Вт, яку визначають за формулою

$$Q_{\text{нр}} = Q_{\text{н}} - 0,9 Q_{\text{тр}}, \quad (4.11)$$

$Q_{\text{н}}$  - тепловий потік приладу, Вт, дорівнює втратам теплоти приміщення;

$Q_{\text{тр}}$  - тепловий потік відкрито розташованих труб, Вт, знаходять за формулою

$$Q_{\text{тр}} = q_{\text{в}} l_{\text{в}} + q_{\text{г}} l_{\text{г}}, \quad (4.12)$$

де  $l_{\text{гор.}}$  - довжина горизонтального трубопроводу, м;  $l_{\text{гор.}} = 1_{\text{м}}$

$l_{\text{верт.}}$  - довжина вертикального трубопроводу, м;  $l_{\text{верт.}} = l_{\text{ст}} - 0,5$  м (до пробки приладу), у даному прикладі  $l_{\text{верт.}} = 2,5$  м (тому що висота поверху 3 м).;

$q_{\text{в}}, q_{\text{г}}$  - теплові потоки труб водяного опалення, Вт на 1 м труб, приймаємо за табл.П.22[7] у залежності від положення труб, а також  $\Delta t_{\text{ср}}$ ;

$\varphi_{\kappa}$  - комплексний коефіцієнт приведення, визначають за формулою

$$\varphi_{\kappa} = \left( \frac{\Delta t_{\text{ср}}}{70} \right)^{1+n} \left( \frac{G_{\text{нр}}}{360} \right)^p b \psi c, \quad (4.13)$$

де  $\Delta t_{\text{ср}}$  - різниця середньої температури води в приладі й температури внутрішнього повітря  $t_{\text{в}}, ^{\circ}\text{C}$ , знаходять за формулою

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{вх}} - t_{\text{вих}}}{2} - t_{\text{в}} = t_{\text{вх}} - \frac{\Delta t_{\text{нр}}}{2} - t_{\text{в}} = \Delta t_{\text{м}}, \quad (4.14)$$

де  $t_{\text{вх}}$  та  $t_{\text{вих}}$  - температура на вході й виході з прилада, °С;  
 $G_{\text{пр}}$  - витрата води в приладі, кг/год, визначають за формулою (4.3);  
 $b$  – коефіцієнт урахування атмосферного тиску в районі будівництва, знаходять за дод.3;  
 $\psi$  - коефіцієнт урахування напрямку руху теплоносія в приладі, для даної роботи прийнято  $\psi=1$ ;  
 $n, p, c$  – експериментальні числові показники, визначають за табл.9.2 [7].

Далі знаходять мінімальну кількість секцій чавунного радіатора за формулою

$$N = \frac{Q_{\text{н..м.}}}{f}, \quad (4.15)$$

де  $f$  – номінальний тепловий потік однієї секції радіатора, Вт, прийнято за дод. 5.

Потім знаходять мінімальну кількість секцій чавунного радіатора за формулою

$$N_{\text{min}} = \frac{Q_{\text{н..м.}} \beta_2}{f \cdot \beta_3}, \quad (4.16)$$

де  $\beta_2$  – коефіцієнт урахування засобу встановлення опалювальних пристроїв, знаходять за [5,табл.3.13] чи табл.9.12[7], при відкритому встановленні  $\beta_2=1$ ;

$\beta_3$  – коефіцієнт урахування кількості секцій у приладі, знаходять за формулою

$$\beta_3 = 0,97 + \frac{34}{N \cdot f} \quad (4.17)$$

Необхідну площу зовнішньої поверхні сталевих панельних радіаторів, м<sup>2</sup> визначають за формулою

$$A_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{70 K_{\text{н.у.}} \varphi_{\text{к}}}, \quad (4.18)$$

де  $K_{\text{н.у.}}$  – номінальний умовний коефіцієнт теплопередачі опалювального приладу, Вт/(м<sup>2</sup> · К), визначають за формулою

$$K_{\text{н.у.}} = \frac{Q_{\text{н.у.}}}{F \cdot 70} \quad (4.19)$$

де  $Q_{\text{н.у.}}(f)$  – номінальний тепловий потік радіатора,Вт, приймається за дод. 5;

$F$  – площа зовнішньої поверху нагріву, м<sup>2</sup> , приймають за додатком 5.

Необхідний типорозмір приладу визначають залежно від  $A_{\text{пр}}$  за дод. 5.

Під час розрахунку приладів необхідно дотримуватись умови, що номінальний тепловий потік приладу не треба приймати менше 5% чи на 60 Вт від необхідного з розрахунку.

Результати підбору конвекторів наведені в табл. 4.1. Результати підбору чавунного секційного радіатора наведені в табл. 4.2 на прикладі приладів 1,2, і сталевго панельного радіатора “RADIK KLASIK” наведені в табл. 4.3 на прикладі приладів 8,9 ст. 1-1<sup>a</sup> з урахуванням вищенаведених даних.

Тепловий потік відкрито розташованих труб, Вт знаходять за формулою (4.12):

$$Q_{\text{тр}(1)}=100 \cdot 1 + 80 \cdot 2,5=300 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{тр}(2)}=97 \cdot 1 + 78 \cdot 2,5=292 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{тр}(8)}=81 \cdot 1 + 64 \cdot 2,5=300 \text{ Вт},$$

$$Q_{\text{тр}(9)}=79 \cdot 1 + 61 \cdot 2,5=231,5 \text{ Вт}.$$

Комплексний коефіцієнт приведення визначаємо за формулою (4.13) при  $b=1$  (для Херсона при  $P=760$  мм.рт.ст.);  $c_{(1,2)}=0,97$ ;  $P=0,04$ ;  $n=0,25$

$$\varphi_{\kappa(1)} = \left( \frac{74,1}{70} \right)^{1+0,25} \left( \frac{434}{360} \right)^{0,04} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,97 = 1,046 \cdot 1,007 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,97 = 1,02 ;$$

$$\varphi_{\kappa(2)} = \left( \frac{72,6}{70} \right)^{1+0,25} \left( \frac{434}{360} \right)^{0,04} \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,97 = 1,046 \cdot 1,007 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,97 = 1,02 /$$

Комплексний коефіцієнт приведення, при  $b=1$  (для Херсона при  $P=760$  мм.рт.ст.);  $c_{(8,9)}=1,0$ ;  $P=1,0$ ;  $n=0,3$ :

$$\varphi_{\kappa(8)} = \left( \frac{63,2}{70} \right)^{1+0,3} \left( \frac{434}{360} \right)^1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,87 \cdot 1,21 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,05 ;$$

$$\varphi_{\kappa(9)} = \left( \frac{61,0}{70} \right)^{1+0,3} \left( \frac{434}{360} \right)^1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,84 \cdot 1,21 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,02 .$$

Таблица 4.1 – Підбір опалювальних пристроїв (конвекторів)

№ пр	$t_{вх}$	$\Delta t_{пр}$	$t_{ср.пр.}$	$\Delta t_t$	$T_2$	$\theta$	$q_3$	$F_{тр.},$ ЭКМ	$F_{расч.},$ ЭКМ	$F_{расч.},$ кВт.	Вибір конвектора
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<u>Житл.</u>	<u>кімната</u>	<u>101</u>	<u>Ст</u>	<u>1-1А</u>					
1	95	1,7	94,1	74,1	71	72,7	590,1	0,603	0,87	0,488	КН20-0,515к
2	93,3	1,4	92,6	72,6	71	72,4	595,2	0,603	0,61	0,339	КН20-0,372к
3	91,9	1,4	91,2	71,2	71	72,4	595,2	0,603	0,61	0,339	КН20-0,372к
4	90,5	1,4	89,8	69,8	71	72,4	595,2	0,603	0,61	0,339	КН20-0,372к
5	89,1	1,4	88,4	68,4	71	72,4	595,2	0,603	0,61	0,339	КН20-0,372к
6	87,7	1,4	87,0	67,0	71	72,4	595,2	0,603	0,61	0,339	КН20-0,372к
7	86,3	2,0	85,3	65,3	71	73,0	585,0	0,603	1,11	0,619	КН20-0,655к
8	84,3	2,3	83,2	63,2	71	73,3	579,9	0,518	1,46	0,82	КН20-0,820к
9	82,0	2,0	81,0	61,0	71	73,0	585,0	0,518	1,19	0,667	КН20-0,820к
10	80,0	2,0	79,0	59,0	71	73,0	585,0	0,518	1,19	0,667	КН20-0,820к
11	78,0	2,0	77,0	57,0	71	73,0	585,0	0,518	1,19	0,667	КН20-0,820к
12	76,0	2,0	75,0	55,0	71	73,0	585,0	0,518	1,19	0,667	КН20-0,820к
13	74,0	2,0	73,0	53,0	71	73,0	585,0	0,518	1,19	0,667	КН20-0,820к
14	72,0	2,0	71,0	51,0	71	73,0	585,0	0,518	1,19	0,667	КН20-0,820к
		<u>Житл.</u>	<u>кімната</u>	<u>108</u>	<u>–</u>	<u>ванна</u>	<u>106</u>	<u>ст</u>	<u>4-4а</u>		
1	95	2,8	93,6	73,6	71	73,8	569,0	0,603	2,95	1,650	КН20-0,820к,2шт
2	92,2	2,5	90,9	70,9	71	73,5	577,0	0,603	2,61	1,458	КН20-0,820к,2шт
3	89,7	2,5	88,4	68,4	71	73,5	577,0	0,603	2,61	1,458	КН20-0,820к,2шт
4	87,2	2,5	85,9	65,9	71	73,5	577,0	0,603	2,61	1,458	КН20-0,820к,2шт
5	84,7	2,5	83,5	63,5	71	73,5	577,0	0,603	2,61	1,458	КН20-0,820к,2шт



Продовження табл.4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	82,2	2,5	80,9	60,9	71	73,5	577,0	0,603	2,61	1,458	КН20-0,820к,2шт
7	79,7	3,4	78,0	58,0	71	74,4	558,2	0,603	3,86	2,160	КН20-1,150к,2шт
8	76,3	1,2	75,7	50,7	76	77,2	544,4	0,444	1,11	0,621	КН20-0,655к
9	75,1	0,8	74,7	49,7	76	76,8	541,2	0,444	0,711	0,398	КН20-0,515к
10	74,3	0,8	73,9	48,9	76	76,8	541,2	0,444	0,711	0,398	КН20-0,515к
11	73,5	0,8	73,1	48,1	76	76,8	541,2	0,444	0,711	0,398	КН20-0,515к
12	72,7	0,8	72,3	47,3	76	76,8	541,2	0,444	0,711	0,398	КН20-0,515к
13	71,9	0,8	71,5	46,5	76	76,8	541,2	0,444	0,711	0,398	КН20-0,515к
14	71,1	1,0	70,6	45,6	76	77,0	558,0	0,444	0,775	0,434	КН20-0,515к

25

Таблиця 4.2 – Підбір опалювальних пристроїв (радіаторів чавунних)

№ пр	t <sub>вх</sub>	Δt <sub>пр</sub>	t <sub>ср.пр.</sub>	Δt <sub>г</sub>	φ <sub>к</sub>	Q <sub>гр</sub>	Q <sub>пр</sub>	Q <sub>н.т.</sub>	N	β <sub>з</sub>	N <sub>min</sub>	N <sub>уст.</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		<u>Житл.</u>	<u>кімната</u>	<u>101</u>	<u>СТ</u>	<u>1-1А</u>	Чавун.	секц.	М-90			
1	95	1,7	94,1	74,1	1,02	300	600	588	4,2	1,03	4,07	4
2	93,3	1,4	92,6	72,6	1,02	292	457,2	448	3,2	1,05	3,05	3

Таблиця 4.3 – Підбір опалювальних пристроїв (радіаторів сталевих панельних)

№ пр	t <sub>вх</sub>	Δt <sub>пр</sub>	t <sub>ср.пр.</sub>	Δt <sub>г</sub>	φ <sub>к</sub>	Q <sub>гр</sub>	Q <sub>пр</sub>	K <sub>н.у.</sub>	A <sub>пр</sub>	Вибір радіатора
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		<u>Житл.</u>	<u>кімната</u>	<u>101</u>	<u>СТ</u>	<u>1-1А</u>	Сталев.	панел.	RADIK KLASIK	
8	84,3	2,3	83,2	63,2	1,05	300	880	4,52	2,65	21-500-600
9	82,0	2,0	81,0	61,0	1,02	231,5	791,65	4,52	2,38	11-500-600

## 5. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Гідравлічний розрахунок полягає у визначенні діаметрів трубопроводів при відомих навантаженнях теплового потоку і розташовуваному перепаді тисків теплоносія на вводі  $P_{\text{расч.}}$ . На аксонометричній схемі системи опалення розміщують запірно-регулювальну арматуру, повітрозбірники чи повітряні крани, повороти, вигини (рис.5.1).

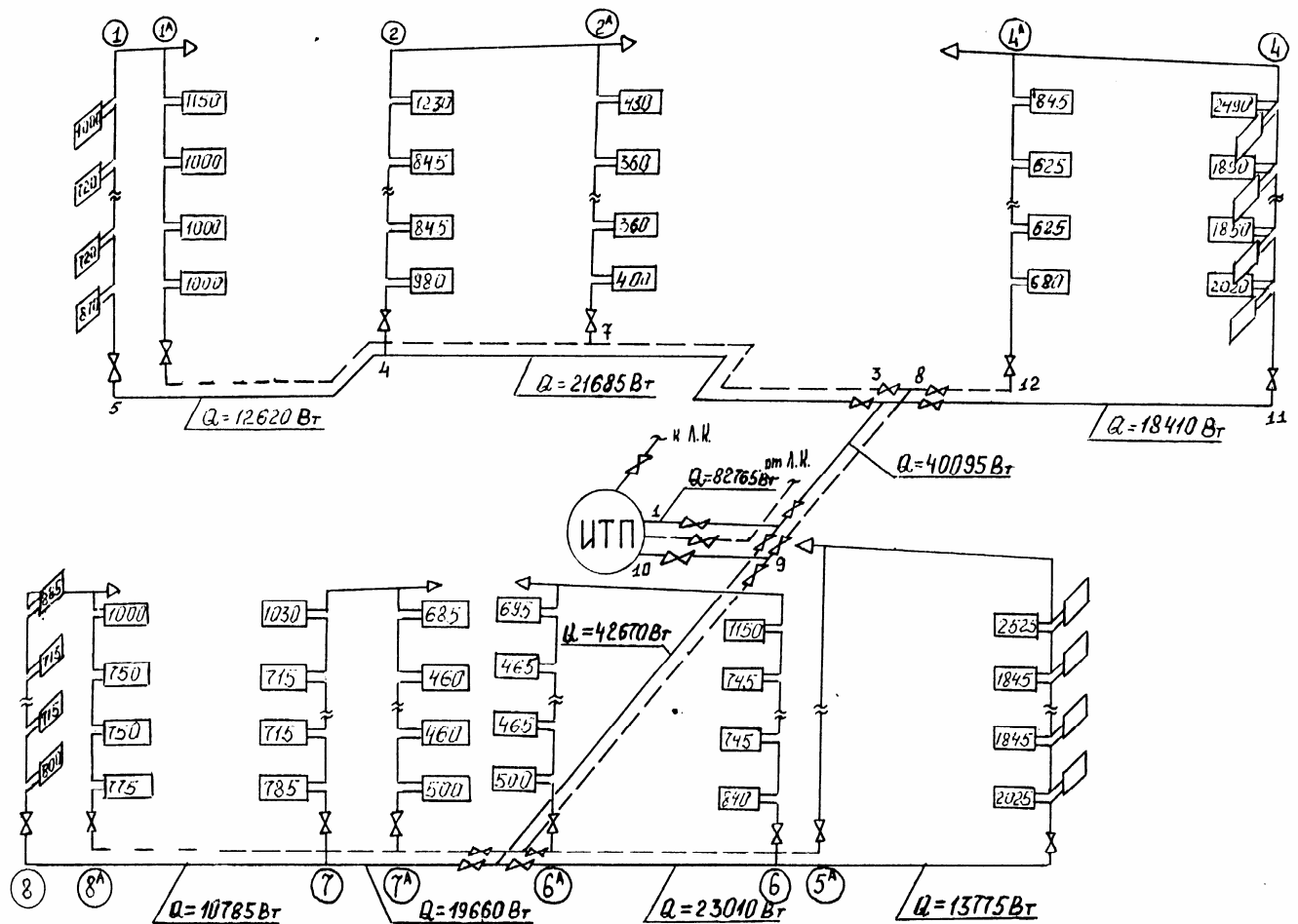


Рис. 5.1 - Аксонометрична схема системи опалення

На кожному приладі проставляють теплові потоки відповідних приміщень. Розрахункове циркуляційне кільце розбивають на розрахункові ділянки – відрізки трубопроводу одного діаметра з постійним тепловим потоком. Проставляють порядкові номери розрахункових ділянок, починаючи від ІТП за ходом теплоносія до кінцевого приладу і назад. Указують теплові потоки й довжину кожної розрахункової ділянки в метрах. Тепловий потік стояка визначають підсумовуванням теплових потоків приладів. Тепловий потік магістральних ділянок дорівнює сумі теплових потоків стояків, що обслуговуються цією ділянкою.

У роботі розглядається метод розрахунку за питомими втратами тиску.

Визначають необхідну витрату теплоносія на ділянці за формулою

$$G = \frac{Q_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{C \Delta t} \quad \text{чи} \quad G = 0.86 \frac{Q_3 \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{\Delta t}, \quad (5.1)$$

де  $Q_3$ - сумарні втрати теплоти приміщень, що обслуговуються стояками розрахункових ділянок, Вт.;

$C$  – питома теплоємність води кДж/кг  $^{\circ}\text{C}$ ;  $C=1$  кДж/кг $^{\circ}\text{C}$ ;

$\beta_1$ -коефіцієнт обліку додаткового потоку опалювальних приладів, що встановлюються за рахунок округлення понад розрахункової величини приймають для конвекторів “Аккорд”, ”Універсал”  $\beta_1=1,02$ ; “Комфорт” -  $\beta_1=1,03$  [1].

$\beta_2$ - коефіцієнт обліку додаткових утрат теплоти опалювальних приладів у зовнішніх огорожень, для конвекторів з кожухом  $\beta_2=1,05$ ; для конвекторів без кожуха  $\beta_2=1,07$ ; для радіаторів чавунних  $\beta_2=1,07$  [1].

$\Delta t$ - різниця температур на вході й виході із стояка,  $^{\circ}\text{C}$ .

Знаходять середню величину питомої втрати тиску на тертя за довжиною розрахункового циркуляційного кільця, кгс/м $^2$  на 1 м:

$$R_{cp} = \frac{B P_{расп}}{\sum l}, \quad (5.2)$$

де  $P_{расп}$  - розташовуваний перепад тисків теплоносія на вводі, кгс/м $^2$  (за завданням  $P_{расп} = 800$  кгс/м $^2$ ).

$B$  – коефіцієнт, що враховує частку втрат тиску на подолання опору тертя від загального розташовуваного перепаду тисків  $P_{расп}$ , для однотрубних систем  $B = 0,6$ ;

$\sum l$  – сума довжин ділянок розрахункового циркуляційного кільця.

За знайденим значенням  $R_{cp}$  і  $G_{уч}$ . За табл.ІІІ.60 [3] визначають дійсні втрати тиску  $R$ , кгс/м $^2$  на 1м; діаметри  $d$  труб, мм; швидкість води  $V$ , м/с, намагаючись, щоб значення було якнайближче до  $R_{cp}$ .

Діаметри труб необхідно вибирати так, щоб швидкість води зростала без різких стрибків і не перевищувала припустимі величини з умови безшумної роботи системи.

Граничні швидкості руху теплоносія

$d$ , мм	15	20	25	32	40
$V$ , м/с	0,5	0,65	0,8	1	1,5

Мінімальна швидкість руху теплоносія: у підводках до приладів і в стояках – 0,2 м/с.

За табл.ІІІ.65[3] визначають суму коефіцієнтів місцевих опорів  $\sum \xi$  на розрахунковій ділянці. Втрати тиску  $Z$  у місцевих опорах, кгс/м $^2$ , визначають за формулою

$$Z = \sum \zeta \frac{v^2 \cdot \rho}{2g}, \quad (5.3)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ ;  
 $\rho$  – щільність води,  $\text{кг/м}^3$ ,  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;

Значення  $Z$  знаходять за дод. 18 залежно від швидкості руху води і суми коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці.

Розраховують також втрати за довжиною  $Rl$ ,  $\text{кгс/м}^2$ . Повні втрати тиску на кожній ділянці визначають як  $Rl + Z$ , потім їх підсумовують по всьому розрахунковому кільцю  $\Sigma(Rl + Z)$ . Визначають величину запасу чи нев'язання тиску

$$A = \frac{P_{\text{расп}} - \Sigma(Rl + Z)}{P_{\text{расп}}} \cdot 100\%, \quad (5.4)$$

Нев'язання повинне бути не більше 10%, інакше на окремих ділянках змінюють діаметри, змінивши, тим самим, величину втрат тиску на ділянці. Розрахунок зводять у табл. 5.1

Запас тиску по першому півкільцю складає

$$A = \frac{800 - 720,9}{800} \cdot 100\% = 9,9\%$$

$9,9\% < 10\%$ , що задовольняє умові.

Запас тиску по другому півкільцю складає

$$A = \frac{800 - 740,1}{800} \cdot 100\% = 7,5\%$$

$7,5\% < 10\%$ , що задовольняє умові.

Нев'язання між півкільцями

$$A = \frac{476,3 - 457,1}{476,3} \cdot 100\% = 4,03\%$$

$4,03\% < 10\%$ , що в межах норми.

Таблиця 5.1 – Гідравлічний розрахунок системи опалення

Вихідні дані				Результати попереднього розрахунку								Результати остаточного розрахунку								Примітка
№ ділянки	Q,Вт	G,кг/ч	$l, м$	$d, мм$	$v, м/с$	$R, \frac{KTC}{m^2}$	RL	$\Sigma \xi$	Z	$R_{I+Z}, \frac{KTC}{m^2}$	$\Sigma (R_{I+Z}) \frac{KTC}{m^2}$	$d, мм$	$v, м/с$	R	RL	$\Sigma \xi$	Z	$R_{I+Z}$	$\Sigma (R_{I+Z}) \frac{KTC}{m^2}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1-2	82765	3075	0,7	50	0,389	4,27	2,99	7	53,2	56,19	130,3	50	0,389	4,27	2,99	7	53,2	56,19	130,3	⊗
2-3	40095	1489	3,7	40	0,313	3,83	14,17	12	59,9	74,07		40	0,313	3,83	14,17	12	59,9	74,07		
3-4	21685	807	9,5	32	0,233	2,8	26,2	12,6	30,5	56,7	477,1	32	0,319	5,02	47,69	12,6	64,26	111,95	457,1	⊥, ⊗, 2 відводи
4-5	12620	469	4,2	25	0,227	4,03	16,93	2	5,1	22,03		25	0,227	4,03	16,93	2	5,1	22,03		⊥, 2 відводи
5-6	12620	469	48,5	25	0,227	4,03	195,45	52,3	130,75	326,2		32	0,2	2,0	97,0	52,3	104,6	201,6		32 відводи, 1 повітрозбірник, 14 опал. приладів, 2 ⊗
6-7	12620	469	4,2	25	0,227	4,03	16,93	1	2,5	22,03		25	0,227	4,03	16,93	1	2,5	22,03		2 відводи

Продовження табл.6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
7-8	21685	807	7	32	0,233	2,8	19,6	12,6	30,5	50,1		32	0,319	5,02	35,14	12,6	64,26	99,4		┴, 2 відводи, ∞
3-11	18410	684	12	32	0,201	2,1	25,2	12	24	39,2	323,35	25	0,319	8,17	98,04	12	61,2	159,2	476,3	┴, ∞
11-12	18410	684	54,5	32	0,201	2,1	114,45	67,7	135,4	249,85		32	0,201	2,1	108,15	67,7	135,4	243,6		18 відв., 14┴,1повітрозбір, 21 опал. прилад, 2 ∞
12-8	18410	684	1,5	25	0,319	8,17	12,26	12	61,2	73,5		25	0,319	8,17	12,26	12	61,2	73,5		┴, ∞
8-9	40095	1489	4,2	40	0,313	3,83	16,09	12	59,9	75,99	133,5	40	0,313	3,89	16,09	12	59,9	75,99	133,5	┴, ∞
9-10	82765	3075	1	50	0,389	4,27	4,27	7	53,2	57,47		50	0,389	4,27	4,27	7	53,2			∞

## 6. КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

У розрахунковій роботі, згідно з [1], проектуємо витяжну природну каналну систему вентиляції, з влаштуванням каналів у внутрішніх стінах. У квартирах з наскрізним чи кутовим провітрюванням, а також в одно-, дво- і трикімнатних квартирах витяжну вентиляцію здійснюють з туалетів, ванних чи об'єднаних санітарних вузлів і кухонь. У квартирах з чотирма і більше кімнатами без наскрізного чи кутового провітрювання, повинна бути передбачена витяжна вентиляція безпосередньо з житлових кімнат (не суміжних з кухнями і санвузлами), кухонь, санвузлів і ванних.

Радіус дії систем вентиляції з природним спонуканням приймають не більше 8 м.

У житлових будинках з числом поверхів більше 5 допускається об'єднання витяжних каналів з кожних 4-5 поверхів в один збірний канал.

У житлових будинках квартирної типу допускається об'єднання вентиляційних каналів:

з житлових кімнат однієї квартири в один вентиляційний канал, відособлений від вентиляційних каналів з кухні і санітарного вузла тієї ж квартири;

з туалету і ванною тієї ж квартири;

в одній із двох суміжних кімнат при наявності між ними дверей.

Вентиляційні канали проектуються в такий спосіб.

При наявності в будинках внутрішніх цегельних стін їх використовують для прокладки вентиляційних каналів, які влаштовують у товщі стіни чи борознах, що закриваються зовні плитами. Найменший розмір каналів у цегельних стінах  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$  цегли (140 x 140 мм). Товщину стінок каналу приймають не менше  $\frac{1}{2}$  цегли, простінки між однойменними каналами  $\frac{1}{2}$  цегли, між різнойменними – 1 цегла.

Канали у внутрішніх цегельних стінах улаштовують біля прорізів і стиків стін на відстані не менше  $1 \frac{1}{2}$  цегли. Співвідношення сторін каналу слід приймати не більш 1:3, переріз каналу – кратним розміру цегли.

У знов споруджуваних будинках канали роблять у товщі внутрішніх перегородок. При відсутності цегельних капітальних стін, а в існуючих будинках при відсутності каналів у внутрішніх стінах улаштовують приставні канали з блоків чи плит, найменший розмір каналів 100 x 150 мм. Приставні канали у приміщеннях з нормальною вологістю повітря виконують з гіпсових і шлакообпиченогіпсових плит, з підвищеною вологістю повітря – зі шлакобетонних чи бетонних плит. Товщину плит приймають не менше 35-40 мм.

У приміщеннях на каналах установлюють ґрати з регульовальними пристосуваннями. У газифікованих кухнях установлюють нерегульовані ґрати і ковпак (витяжку) над плитою. Художнє оформлення ґрат може бути різним, але бажані ґрати з мінімальним гідравлічним опором. Для цього живий переріз ґрат роблять максимальним. Ґрати виробляють з металу, пластмаси, гіпсу.

Вентиляційні ґрати встановлюють на відстані 200-500 мм від стелі. Розмір їх визначають, виходячи зі швидкості приходу повітря (0,5- 1 м/с). На велику швидкість розраховують ґрати нижніх, а на меншу – верхніх поверхів.

Випуск повітря назовні здійснюють за допомогою витяжних шахт, на устя яких установлюють парасольку для запобігання попаданню вологі. Відстань від покрівлі (біля труби) до низу вихідного отвору чи парасолькі повинне бути не менше 0,5 м і не більше 1,5 м.

Проектування витяжної природної вентиляції в будинку більше 5 поверхів виконують в наступній послідовності: на 5 поверсі створюють горизонтальний збірний канал, що об'єднує вертикальні канали перших п'яти поверхів і виводиться у загальний канал, а інші (верхні) поверхи підключають безпосередньо до загального каналу (див. рис. 6.1). Цей канал має витяжну шахту, обладнану на кінці парасолькою. Припустиму швидкість повітря у воздуховодах і ґратах приймають наступною: у горизонтальних збірних каналах – 0,5-1 м/с; вертикальних каналах – 0,5-1 м/с; у витяжних шахтах – 1,0 – 1,5 м/с [5, табл.VII.9].

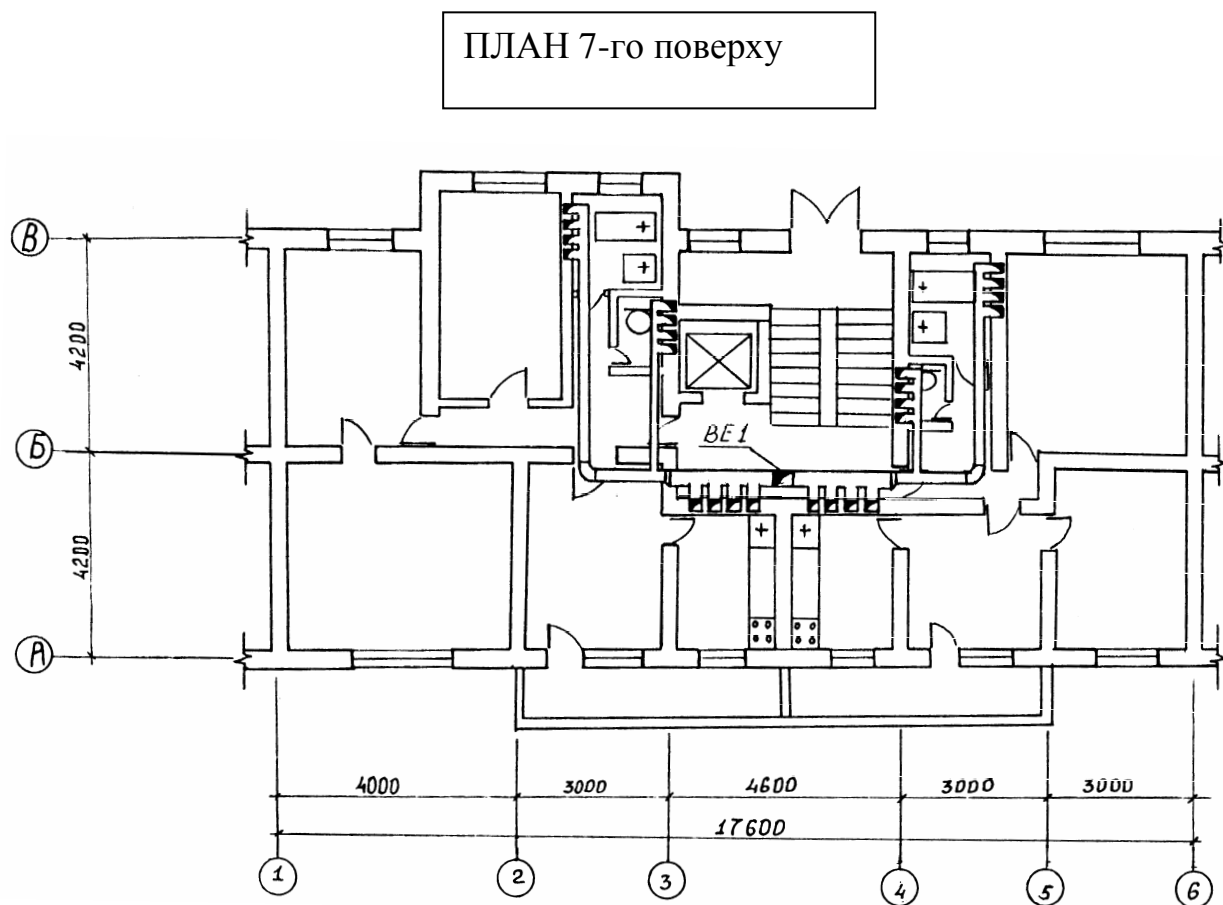


Рис. 6.1 – План 7-го поверху



## 7. РОЗРАХУНОК ВОЗДУХОВОДІВ

Для системи природної вентиляції необхідно збалансувати опір системи з розташовуваним гравітаційним тиском.

Опір системи повітроводів  $H_c$ , Па (кгс/м<sup>2</sup>), по стандартному повітрю визначають за формулою

$$H_c = \sum(Rl_{mn} + Z), \quad (7.1)$$

де  $l$  – довжина повітроводу, м;

$R$  – втрати тиску на 1 м довжини круглого повітроводу, кгс/м<sup>2</sup>, прийняті за табл. VII.11 [6];

$Z$  – втрати тиску в місцевих опорах, кгс/м<sup>2</sup>;

$m$  – поправочний коефіцієнт на форму каналу, знайдений за номограмою аркуша VII.11, рис. 1[6], залежно від розмірів сторін прямокутного каналу  $a$  і  $b$ ;

$n$  – поправочний коефіцієнт, визначають за номограмою аркуша VII.12 [6], залежно від швидкості, абсолютної шорсткості  $K_z$  і діаметра повітроводу. Для прямокутних повітроводів приймають діаметр, рівновеликий за площею.

Для надійності опір системи має бути трохи менше розташовуваного гравітаційного тиску  $H_c = 0,9 p_{гр}$ .

Розташовуваний гравітаційний тиск  $p_{гр}$  визначають за формулою

$$p_{гр} = h (v_n - v_v), \quad (7.2)$$

де  $v_n$  – щільність повітря, прийнята за нормами при температурі 5 °С рівній  $v_n = 1.27$  кг/м<sup>3</sup>;

$v_v$  – щільність повітря при температурі для витяжних систем і при температурі підігрітого повітря для приточних систем ,кг/м<sup>3</sup>, приймаємо за табл. VII.1[6];

$h$  – висота від осі ґрат до площини випускного отвору шахти над дахом чи до осі парасольки на шахті , м , знаходять за формулою

$$h = (n-1)h_{эт} + h_1 + h_2, \quad (7.3)$$

де  $h_{эт}$  – висота поверху з урахуванням перекриття, м;

$h_1$  – висота від осі ґрат до стелі, м;

$h_2$  – висота від покрівлі (біля труби) до осі парасольки на шахті, м.

Швидкість руху повітря приймають рівною допустимій чи спочатку визначають розміри каналів за номограмою аркуша VII.7 [6], а потім уточнюють швидкість за залежністю

$$v = \frac{L}{3600F}, \quad (7.4)$$

де  $L$  – годинна витрата повітря, м<sup>3</sup>/год;

$F$  – площа перерізу каналу, м<sup>2</sup>.

При розрахунку прямокутних каналів потрібно визначити діаметр рівновеликого за тертям круглого воздуховоду  $D_э$ , мм, за формулою

$$D_э = \frac{2ab}{a+b},$$

де  $a$  і  $b$  – сторони прямокутного каналу.

Замість рівняння (7.3) можна скористатися номограмою аркуша VII.6 [6].

Годинну витрату повітря  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$ , що видаляється витяжною системою вентиляції визначають за кратністю

$$L = VK_p, \quad (7.5)$$

де  $V$  - об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ ;

$K_p$  - кратність повітрообміну, прийнята для різних приміщень за табл. VII.7[6].

Втрати тиску в місцевих опорах  $Z$ ,  $\text{кгс}/\text{м}^2$ , дорівнюють

$$Z = \sum \xi H_d, \quad (7.6)$$

де  $\sum \xi$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів, прийнята за табл. VII.13[6];

$H_d$  - динамічний тиск,  $\text{кгс}/\text{м}^2$ , прийнятий за табл. VII.11[6].

Розрахунок рекомендується вести в такій послідовності.

Викреслюють аксонометричну схему системи вентиляції, яку розбивають на розрахункові ділянки, наведену на рис.7.1. Далі визначають кількість вентиляційного повітря за кратністю для кожної ділянки. Вимірюють довжини розрахункових ділянок з огляду на те, що відстань від ґрат до стелі приймають 0,5 м, а відстань між повітрогонами (довжини розрахункових ділянок) обирають за планом. За кратністю знаходять необхідну кількість вентиляційного повітря  $L$ ,  $\text{м}^3/\text{год}$ , за значенням якого і поверховістю будинку встановлюють розмір вертикальних каналів за номограмою аркуша VII.5[6], розмір збірного каналу за номограмою аркуша VII.6[6].

Витрата повітря,  $\text{м}^3/\text{год}$ , для деяких приміщень:

ванна індивідуальна - 25;

кухня газифікована при чотириконфорочних плитах – 90;

сполучений санітарний вузол – 25;

туалет індивідуальний – 25.



Ділянка 8. Раптове розширення при вході повітрогону до шахти  $\xi=1,0$ , парасолька з дифузором  $\xi=0,6$ . Всього  $\Sigma\xi_8 = 1,6$ .

У роботі прийняте  $h_{\text{эт}} = 3,3\text{м}$ ;  $h_1 = 0,5\text{м}$ ;  $h_2 = 2\text{м}$ .

На підставі формули (7.3), висота від осі ґрат до парасольки на шахті дорівнює

$$h=6 \cdot 3,3 + 0,5 + 2 = 22,3 \text{ м.}$$

На підставі формули (7.2), розташовуваний гравітаційний тиск  $p_{\text{гр}}$   
 $p_{\text{гр}}=h(1,27-1,2)=22,3 \cdot 0,07=1,561 \text{ кг/м}^2$ .

Дані розрахунку зводять в табл. 7.1.

З даних табл. 7.1 видно, що  $H_{\text{сист}} = 0,407 \text{ кг/м}^2$  значно менше ніж  $0,9p_{\text{гр}} = 1,405 \text{ кг/м}^2$ , вносимо зміни типів місцевих опорів на ділянках 1,7 та 8.

Приймаємо: колпак з розсікачем  $\xi=2,7$  (п. 35); засувкою  $\xi_3=12$ ,  $\xi_7=13$  (п. 14); жалюзійно-декоративні ґрати  $\xi=2,19$  (п. 25).

Звідси  $\Sigma\xi_1 = 4,5$ ;  $\Sigma\xi_8 = 3,7$ .

$H_{\text{сист}} = 1,391 \text{ кг/м}^2 \approx 0,9p_{\text{гр}} = 1,405 \text{ кг/м}^2$ , що задовольняє умові  $H_c = 0,9 p_{\text{гр}}$ .

Таблиця 7.1 – Гідравлічний розрахунок системи вентиляції

№ уч-ка	L	l,м	а х В	V	Dэ	R	m	Kэ	n	R/mn	Hд	Σξ	Z	Rlmn+Z
1	25	1.4	140х140	0,5	140	0,0042	1,13	5	1,48	0,0098	0,0152	3,41	0,052	0,062
2	75	0,9	225х225	0,58	225	0,0029	1,13	1	1,16	0,0034	0,021	1,25	0,026	0,029
3	175	7	315х315	0,62	315	0,0023	1,13	1	1,12	0,02	0,024	1,85	0,0444	0,064
4	350	1	400х400	0,78	400	0,0023	1,13	1	1,17	0,003	0,0368	0,75	0,0276	0,031
5	440	1	450х450	0,79	450	0,002	1,13	1	1,165	0,0026	0,03	0,75	0,0225	0,025
6	980	2	630х630	0,86	630	0,0017	1,13	1	1,155	0,0044	0,0468	1,75	0,0819	0,086
7	1960	0,5	900х900	0,87	900	0,0011	1,13	1	1,14	0,00071	0,045	0,75	0,0337	0,034
8	1960	3	900х900	0,87	900	0,0011	1,13	1	1,14	0,00425	0,045	1,6	0,072	0,076

37

$$H_{\text{сум}} = \sum_1^8 (Rlmn + z) = 0,407$$

Перерахунок ділянок

1	25	1.4	140х140	0,5	140	0,0042	1,13	5	1,48	0,0098	0,0152	4,39	0,068	0,078
3	175	7	315х315	0,62	315	0,0023	1,13	1	1,12	0,02	0,024	13,85	0,332	0,352
7	1960	0,5	900х900	0,87	900	0,0011	1,13	1	1,14	0,00071	0,045	13,75	0,618	0,619
8	1960	3	900х900	0,87	900	0,0011	1,13	1	1,14	0,00425	0,045	3,7	0,1665	0,171

$$H_{\text{сум}} = \sum_1^8 (Rlmn + z) = 1,391$$

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. СнiП 2.04.05 –91 У. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – К.: КиевЗНИИЭП, 1992.
2. СнiП II-3-79\*\*. Нормы проектирования. Строительная теплотехника. – М.: ЦИТП, 1986.
3. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Кн.І. Отопление и теплоснабжение /Р.В. Щекин и др. – К.: Будівельник, 1976.
4. Щекин Р.В., Березовский В.А., Потапов В.А. Расчет систем центрального отопления. – К.: Вища школа, 1975.
5. Справочник. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий. Проектирование /Г.В. Русланов, М.Я. Розкин, Э.Л. Ямпольский. – К.: Будівельник, 1963.
6. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Кн.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха /Р.В. Щекин и др. – К.: Будівельник, 1976.
7. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч.І. Отопление /Под ред. Староверова И.Г. – М.: Стройиздат, 1990.

Значення  $R_0$  для перекриття над підвалиною, що не опалюється

Тип перекриття	Конструктивні прошарки	Товщина утеплювача, мм	$R_0$ , $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
Дощата підлога на лагах на залізобетонному перекритті з утеплювачем з керамзитового гравію	Підлога з досок 37 мм, повітряний прошарок 30 мм, утеплювач, залізобетонна плита 35 мм	80	1,51
		100	1,68
		150	2,06
		200	2,44
		250	2,84
Паркетна підлога по залізобетонному перекриттю з утеплювачем з доменного шлаку	Паркетна клітина 17 мм, асфальт на бетонній стяжці 65 мм, утеплювач, залізобетонна плита 35 мм	100	1,12
		150	1,26
		200	1,49
		250	1,67
		300	1,96
		350	2,19
Те саме з утеплювачем гравієм		400	2,42
		100	1,34
		150	1,67
		200	2,10
		250	2,50

## Додаток 2

Приведений опір теплопередачі вікон і балконних дверей

Заповнення світлового проєму	$R_0$ , $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$
Одинарне застелення у дверних оправах	0,18
Подвійне застелення у дерев'яних спарених оправах	0,39
Подвійне застелення у дерев'яних окремих оправах	0,42
Зовнішні дерев'яні одинарні двері	0,20
Зовнішні дерев'яні подвійні двері	0,41

## Коефіцієнт з урахування атмосферного тиску в районі будівництва

Тип опалювального прилада	Атмосферний тиск, Па(мм рт.ст.)								
	1040 (780)	1013,3 (760)	1000 (750)	987 (740)	973 (730)	960 (720)	947 (710)	933 (700)	920 (690)
Радіатор секційний чавунний	1,011	1,000	0,994	0,989	0,983	0,977	0,972	0,966	0,960
Радіатор сталевий панельний “RADIK KLASIK”, тип									
10	1,009	1,000	0,995	0,990	0,986	0,982	0,977	0,973	-
11,20	1,010	1,000	0,995	0,989	0,984	0,978	0,973	0,968	-
21	1,012	1,000	0,994	0,988	0,983	0,977	0,971	0,965	-
22	1,012	1,000	0,994	0,987	0,981	0,975	0,969	0,963	-
33	1,013	1,000	0,993	0,986	0,980	0,973	0,967	0,961	-

## Тепловий потік трубопроводу

Вид прокладки трубопроводу	Значення $F_{тр}$ 1 м труби, екм, при діаметрі умовного проходу					
	15		20		25	
	“зверху-униз”	“знизу-уверх”	“зверху-униз”	“знизу-уверх”	“зверху-униз”	“знизу-уверх”
горизонтальна	0,098	0,114	0,123	0,143	0,154	0,179
вертикальна	0,131	0,152	0,158	0,184	0,190	0,220

## Номенклатура й технічна характеристика опалювальних пристроїв

Найменування і марка опалювальних пристроїв	Номінальний тепловий потік $f$ , Вт	Площа зовнішньої поверхні нагріву, $F$ , м <sup>2</sup>
1	2	3
Радіатори чавунні МС-140-108	185	0,244
МС-140-98	174	0,240
М-140 АО	178	0,299
М-140 А	164	0,254
М-90	140	0,2
МС-90-108	150	0,187



Продовження табл.

1	2	3
Радіатори сталеві панельні Однорядові		
PCB1-1	504	0,71
PCB1-2	676	0,95
PCB1-3	850	1,19
PCB1-4	1025	1,44
PCB1-5	1199	1,68
PCГ2-1-2	400	0,54
PCГ2-1-3	553	0,74
PCГ2-1-4	706	0,95
PCГ2-1-5	884	1,19
PCГ2-1-6	1056	1,44
PCГ2-1-7	1231	1,68
PCГ2-1-8	1406	1,93
PCГ2-1-9	1581	2,17
дворядові		
2PCB1-1	873	1,42
2PCB1-2	1177	1,9
2PCB1-3	1475	2,38
2PCB1-4	1779	2,88
2PCB1-5	2083	3,36
PCГ2-2-4	1160	1,08
PCГ2-2-5	1446	1,48
PCГ2-2-6	1730	1,9
PCГ2-2-7	2012	2,38
PCГ2-2-8	2294	3,36
PCГ2-2-9	2574	4,31

Продовження табл.

1	2	3
“RADIK KLASIK”		
однорядові		
10-300-500	274	0,33
10-500-600	517	0,68
10-500-800	689	0,9
10-600-600	608	0,81
100-600-800	810	1,08
11-500-500	645	2,0
11-500-600	773	2,4
11-500-800	1030	3,2
11-500-1000	1289	4,0
11-500-1200	1546	4,8
11-600-600	911	2,88
11-600-800	1215	3,84
11-600-1000	1519	4,8
11-600-1200	1822	5,76
дворядові		
21-500-500	865	2,21
21-500-600	1039	15,9
21-500-800	1385	20,7
21-500-900	1558	22,9
21-500-1000	1731	26,3
21-500-1200	2078	32,3
21-600-500	1012	2,65
21-600-600	1215	3,17
21-600-800	1620	4,23
21-600-1000	2025	5,29

Продовження табл.

1	2	3
21-600-1200	2430	6,35
21-900-600	1705	4,82
21-900-800	2273	6,43
21-900-1000	2841	8,04
22-300-800	1199	2,96
22-300-900	1349	3,33
22-300-1000	1499	3,7
22-300-1200	1799	4,44
22-300-1400	2099	5,18
22-300-1600	2398	5,92
22-300-1800	2698	6,65
22-300-2000	2998	7,39
22-500-500	1153	3,26
22-500-600	1384	3,91
22-500-800	1845	5,21
22-500-1000	2307	6,51
22-500-1200	2768	7,81
22-500-1400	3230	9,11
22-600-500	1350	3,98
22-600-600	1620	4,77
22-600-700	1890	5,57
22-600-800	2160	6,36
22-600-900	2430	7,16
22-600-1000	2700	7,96
22-600-1200	3240	9,55
22-600-1400	3780	11,14
22-600-1600	4320	12,73
22-600-1800	4860	14,32
22-900-500	1894	6,07
22-900-600	2273	7,28
22-900-800	3030	9,71
22-900-1000	3788	12,14

Продовження табл.

1	2	3
Конвектори настінні з	400	0,952
кожухом типу “Універсал”:	479	1,14
кінцеві	655	1,83
КН 20-0,400К	786	2,20
КН 20-0,479К	918	2,57
КН 20-0,655К	1049	2,94
КН 20-0,786К	1180	3,30
КН 20-0,918К	1311	3,67
КН 20-1,049К	1442	4,04
КН 20-1,180К	1573	4,41
КН 20-1,311К	1704	4,77
КН 20-1,442К	1835	5,14
КН 20-1,573К	1966	5,51
КН 20-1,704К		
КН 20-1,835К		
КН 20-1,966К	336	0,98
Конвектори настінні без	448	1,3
кожуха типу “Акорд”	560	1,63
КА-0,336К	672	1,96
КА-0,448К	784	2,28
КА-0,560К	896	2,61
КА-0,672К	1008	2,94
КА-0,784К	1120	3,26
КА-0,896К		
КА-1,008К		
КА-1,120К	621	1,95
Двоярядові	823	2,6
К2А-0,621К	1030	3,25
К2А-0,823К	1237	3,9
К2А-1,030К	1445	4,56
К2А-1,237К	1646	5,19
К2А-1,445К	1854	5,85

Продовження табл.

1	2	3
K2A-1,646K	2061	6,5
K2A-1,854K		
K2A-2,061K		
Конвектори настінні з кожухом типу “Комфорт-20”:	372	0,71
кінцеві	515	1,12
КН20-0,372 К	655	1,42
КН20-0,515 К	820	1,775
КН20-0,655 К	985	2,13
КН20-0,820 К	1150	2,485
КН20-0,985 К	1315	2,84
КН20-1,150 К	1475	3,195
КН20-1,315 К	1640	3,55
КН20-1,475 К	1805	3,905
КН20-1,640 К	1970	4,26
КН20-1,805 К		
КН20-1,970 К		

## ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ.....	3
1. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОБГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ, .....	4
1.1. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТІНИ.....	5
1.2. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПЕРЕКРИТТЯ.....	7
1.3. ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПІДЛОГИ Й СКЛІННЯ.....	10
2. ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ТЕПЛОТИ БУДИНКОМ.....	10
3. КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ БУДИНКІВ.....	16
4. ПІДБІР ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ.....	16
5. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ.....	26
6. КОНСТРУЮВАННЯ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ.....	31
7. РОЗРАХУНОК ВОЗДУХОВОДІВ.....	33
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	38
Додатки та розрахункові таблиці.....	39

## Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з курсу «Теплогазопостачання та вентиляція» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 «Гідротехніка (Водні ресурси)»).

Укладач Колеснік Наталія Юріївна

Редактор *М. З. Аляб'єв*

Верстка *І. В. Волосожарова*

План 2008, поз. 323 М

---

Підп. до друку 15.09.2008 р.	Формат 60x84 1/16
Друк на ризографі.	Ум. друк. арк. 2,8
Зам. №	Тираж 100 пр.

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 731 від 19.12.2001